

А. Н. ЛУТКОВ

**МАССОВОЕ ПОЛУЧЕНИЕ ТЕТРАПЛОИДНЫХ РАСТЕНИЙ ЛЬНА  
ДЕЙСТВИЕМ КОЛХИЦИНА**

(Представлено академиком Н. И. Вавиловым 9 XII 1938)

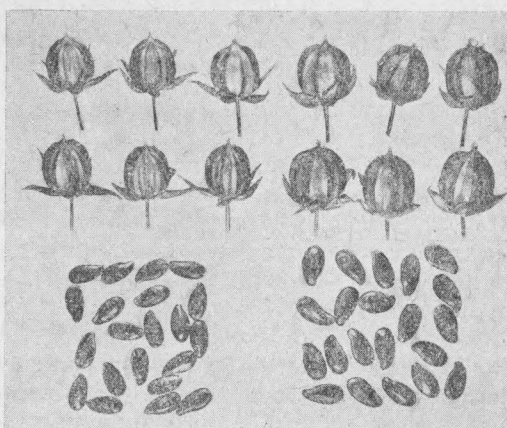
Первые тетраплоидные растения льна *Linum usitatissimum* (L) Vav. consp. nov. ssp. *mediterraneum* Vav. et Ell. <sup>(1)</sup> были получены нами в 1937 г. в результате воздействия высокой температурой на зиготу <sup>(2)</sup>.

При цитологическом анализе растений, выращенных дополнительно весной 1938 г. из семян, собранных от проведенных ранее температурных воздействий, тетраплоидные формы были обнаружены нами в пределах *L. usitatissimum* (L) Vav. consp. nov. ssp. *eurasiaticum* Vav. et Ell. у полуозимого льна К. 2026 (Азербайджан) в количестве 12 растений и у льна-долгунца (сорт Победитель) в количестве 20 растений, а также у описанной ранее средиземноморской формы крупносемянного масличного льна К. 302 (Марокко) в количестве 8 растений.

Все тетраплоидные растения этих форм характеризовались укрупнением размеров коробочек и семян (фиг. 1), причем возникновение их в опытах температурных воздействий на зиготу колебалось от 2 до 3.5%.

После опубликования работы Блексли и Авери <sup>(3)</sup> нами весной этого года опыты по удвоению числа хромосом у льна путем воздействия на растения алкалоидом колхицином были расширены.

В эти опыты было включено 15 форм культурного льна—*L. usitatissimum* (L) Vav. consp. nov. ( $2n=32$ ): I. ssp. *eurasiaticum* Vav. et Ell. proles *elongata* Vav. et Ell.—селекционные сорта льна-долгунца: ДС30, ДС33, ДС2902 Всесоюзного института растениеводства, гибридные формы ВИР ГДС1 и ГДС3, а также долгунцовый тип розовоцветкового льна от Вильморена (по каталогу ВИР № 275), Победитель, Текстильщик и Псковский улучшенный Ленинградской льняной станции, полуозимый



Фиг. 1.—Сравнительные размеры коробочек и семян диплоидного (слева) и тетраплоидного (справа) льна К. 302 (Марокко).

лен с прикорневым ветвлением—*proles prostrata* Vav. et Ell. К. 2026 (Азербайджан), Краснокутский масличный лен № 420—*proles intermedia* Vav. et Ell.; II ssp. *transitorium* Ell.—масличные льны: № 1647 Всесоюзного института растениеводства и К. 303 (Аргентина); III ssp. *mediterraneum* Vav. et Ell.—крупносемянные масличные средиземноморские льны: К. 302 (Марокко) и К. 265 (Египет); дикий узколистый лен *L. usitatissimum* (L) Vav. consp. nov. ssp. *angustifolium* Vav. et Ell. ( $2n=32$ ), *L. perenne* L. ( $2n=18$ ), а также декоративная форма красноцветкового льна *L. grandiflorum* Desf. ( $2n=16$ ).

Воздействие колхицином было применено на прорастающие семена и верхушечные точки роста растений.

В первом случае в водный раствор колхицина (0.2%) прорастающие семена помещались на срок от 6 до 48 часов раскрывающимися семядо-



Фиг. 2.—Эффект воздействия колхицина на верхушечные точки роста: а—контрольное растение; б, с—типы изменений.

лями, корешки же оставались вне раствора и покрывались смоченной фильтровальной бумагой. При воздействии колхицином на верхушечные точки роста растений последние смазывались каплей не застывающего раствора колхицина (0.05%, 0.1% и 0.2%) в агар-агаре концентрации 0.6%. Непосредственный эффект воздействия на прорастающие семена сказывался в сильном утолщении подсемядольной части стебля проростков, в задержке развития растений и изменении их морфологии, в частности в изменении структуры листьев, которые у ряда растений оказывались более короткими и более широкими.

В дальнейшем резкость морфологических изменений еще более усиливалась. Иногда измененным оказывалось все растение, иногда же только отдельные побеги. Часто растения оставались карликовыми до конца вегетации.

Эффект воздействия на верхушечные точки роста проявлялся еще более резко. Уже через несколько дней после воздействия наблюдалось резкое замедление развития растений. Стебель в верхней части принимал булаво-видную форму. Листья укорачивались и утолщались. Зеленая окраска их переходила в бледнозеленую с крапчатостью. Поверхность листовой пластинки становилась как бы шероховатой. В некоторых случаях верхушечная часть растения напоминала розетку листьев. В дальнейшем верхушка или засыхала, или израстала (фиг. 2).

Весьма часто при засыхании верхушки стебля в зоне, близлежащей к месту воздействия, в пазухах укороченных листьев вновь начинали образовываться деформированные почки, дававшие морфологически измененные побеги.

Бутоны, образовывавшиеся на таких побегах, достигали иногда гигантской величины и обнаруживали различную степень деформации.

Развивавшиеся из таких бутонов цветки отличались от цветков диплоидных форм как по размерам, так и по структуре. В ряде случаев вместо цветков с 5 лепестками наблюдались цветки, имевшие 6, 7 и даже 9 лепестков.

Различия в размере цветков у диплоидных и тетраплоидных растений льна, установленные нами ранее (2), указывали на то, что в данном случае отдельные побеги являлись тетраплоидными, побеги же с цветками, имевшими до 8—9 лепестков, могли быть и октоплоидными или же могли характеризоваться иным изменением хромосомного комплекса.

Изучение пыльцы, проведенное нами в цветках, развивавшихся как на морфологически измененных, так и на нормальных побегах, обнаружило в ряде случаев увеличение размера пыльцевых зерен по длине диаметра по сравнению с пыльцой контрольных форм, а также самые различные градации по % абортивности пыльцы.

Так например, размер пыльцевых зерен у диплоидных форм льна-долгунца (сорт Победитель) колебался от 45.9  $\mu$  до 68.8  $\mu$ , пыльцевые же зерна с цветков измененных побегов достигали 84  $\mu$ —91.8  $\mu$ , что указывало на тетраплоидность побегов.

У диплоидных крупносемянных льнов размер пыльцевых зерен колебался от 61.2  $\mu$  до 76.5  $\mu$ , размер же пыльцевых зерен на измененных побегах достигал 91.8  $\mu$ —114  $\mu$ .

У контрольных растений *L. perenne* L. размер пыльцы колебался в пределах от 61.2  $\mu$  до 84.15  $\mu$ , размер же пыльцевых зерен в крупных цветках измененных побегов доходил до 99.4  $\mu$ —107.1  $\mu$ .

Формы льна, участвовавшие в опыте *	Продолжительность воздействия в часах	Количество семян, подвергавшихся воздействию	Количество выросших растений	% выросших растений	Количество тетраплоидных растений (классификация по пыльце)	% тетраплоидных растений
Масличный лен. По каталогу ВИР № 303 (происх. Аргентина)	6	25	24	96.0	15	62.5
	12	20	18	90.0	10	55.5
	18	25	17	68.0	11	70.5
	24	44	11	78.0	9**	45.4
	36	15	14	93.0	9***	42.8
	48	19	5	26.5	3	60.0
Гибридная форма ВИР № ГДС1	24	18	13	72.5	8	61.5
	48	30	6	23.3	5	83.3
Крупносемянный масличный лен. По каталогу ВИР № 265 (происх. Египет)	24	21	16	76.1	15****	75.0
	48	13	3	23.0	3	100.0

\* Более подробные данные по ботанической классификации приведены в начале работы.

\*\* Из них 4 октоплоидных.

\*\*\* Из них 3 октоплоидных.

\*\*\*\* Из них 3 октоплоидных.

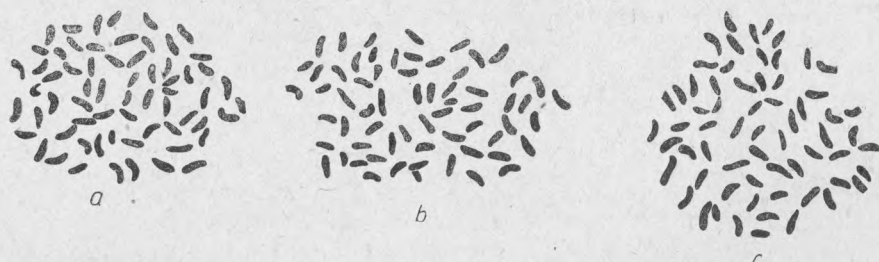
У дикого узколистного льна *ssp. angustifolium* Vav. et Ell. обычно размеры пыльцы не превышали 53.5  $\mu$ —61.2  $\mu$ , а в цветках измененных побегов пыльцевые зерна достигали 84.15  $\mu$  и т. д.

Часто наблюдались случаи, когда % абортности пыльцы в первых цветках измененных побегов был очень высок, при дальнейшем же развитии ветви постепенно уменьшался, и наконец abortивной пыльцы почти совсем не образовывалось. Иногда в цветках одновременно с крупными пыльцевыми зернами наблюдались пыльцевые зерна, обычные для диплоидных растений и чрезвычайно мелкие.

Ряд растений выявлял сложное химерное строение. Abortивность пыльцы в многолепестных цветках доходила до 85% и больше, нормально же развивавшиеся в них пыльцевые зерна оказывались гигантскими (достигали 124.4  $\mu$ ) и повидимому соответствовали типу пыльцевых зерен октоплоидных растений.

В таблице приводятся данные для нескольких форм льна по % возникновения под влиянием колхицина растений с увеличенным размером пыльцевых зерен, соответствовавших размеру пыльцы тетраплоидных форм.

Эти данные указывали на массовое возникновение тетраплоидных растений, доходившее в опытах по воздействию колхицином на прорастаю-



Фиг. 3.—Соматические пластинки хромосом тетраплоидных форм льна ( $2n=64$ ): *a*—долгунец, гибридная форма ГДСЗ, *b*—масличный лен № 1647, *c*—полуозимый лен К. 2026 (Азербайджан).

щие семена до 83.3% и больше (см. таблицу). Такой же высокий % возникновения тетраплоидных побегов наблюдался нами и при воздействии колхицином на верхушечные точки роста растений.

Увеличенный размер коробочек, развивавшихся на таких растениях, а также размер семян с одновременным снижением их числа в коробочках подтверждали действительность возникновения тетраплоидных форм.

Классифицированные нами по размерам пыльцы октоплоидные растения оказались целиком стерильными.

Предварительный цитологический анализ потомства растений, завязавших семена, показал почти полное соответствие данных, предполагавшихся на основе изучения размеров пыльцы, с данными по изучению числа хромосом. У всех 15 культурных форм льна нами обнаружены растения с удвоенным числом хромосом.

Выше приводятся соматические пластинки хромосом только для некоторых полученных тетраплоидных форм различных типов прядильного и масличного льна (фиг. 3).

Тетраплоидные формы у одной из разновидностей льна действием колхицина на семена получены летом текущего года также М. Симонэ<sup>(4,5)</sup>, который на основе ориентировочного изучения мейозиса тетраплоидных растений устанавливает у них гаплоидное число хромосом  $n=30$ .

В связи с небольшим количеством участвовавших в опыте растений диких видов льна: *L. usitatissimum* (L.) Vav. consp. nov. *ssp. angustifolium* Vav. et Ell., *L. perenne* L. и декоративной формы *L. grandiflorum* Desf.

и в связи с затрудненностью завязывания коробочек у двух последних видов вследствие гетеростилии (в опыте участвовало лишь одно растение *L. grandiflorum* Desf., совсем не давшее семян) подсчет числа хромосом в потомстве подвергавшихся воздействию растений этих видов нами не произведен, но данные по размеру цветков и пыльцы у них с отдельных побегов говорят за удвоение числа хромосом также и у этих видов.

На основе установления предыдущими генетическими исследованиями возможности расширения границ скрещиваемости видов при удвоении у них числа хромосом<sup>(6)</sup> нами предприняты опыты по гибридизации тетраплоидной формы *L. perenne* L. с тетраплоидными формами культурного льна-долгунца (сорт Победитель) для получения в первом поколении гибридов, которые по своему строению, как нам представляется, должны являться амфидиплоидами между двумя этими видами и быть многолетними. Кроме того начата гибридизация тетраплоидного *L. perenne* L. с диплоидными формами культурного льна. Весьма интересным явится также изучение технологических качеств тетраплоидных форм льна-долгунца в связи с увеличением анатомических элементов растений при умножении у них хромосомного комплекса.

Лаборатория генетики  
Всесоюзного института растениеводства.  
Пушкин.

Поступило  
10 XII 1938.

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> Е. В. Эллади, Доклады ВАСХНИЛ, 6 (1938). <sup>2</sup> А. Н. Лутков, ДАН, XIX, № 1—2 (1938). <sup>3</sup> A. F. Blakeslee & A. Avery, Journ. of Heredity, 28, 12 (1937). <sup>4</sup> M. Simonet, Revue horticole, XXVI, 7 (1938). <sup>5</sup> M. Simonet, R. Chopinet et G. Souiljaert, C. R. Ac. Sci., 207 (1938). <sup>6</sup> Г. Д. Карпаченко, Тр. прикл. бот., ген. и сел., сер. II, 7 (1937).